

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-282685

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/68

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 2002-088451

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 27.03.2002

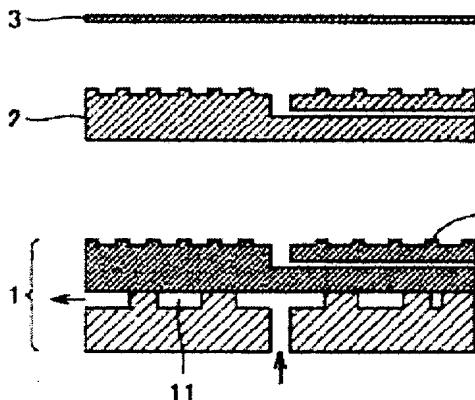
(72)Inventor : YOSHITOMI YASUKI

(54) COOLING PLATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramics cooling plate that has a heat emission property to keep a wafer at constant temperature and prevent thermal deformation during exposure as well as high rigidity and low thermal expansion factor for high processing accuracy.

SOLUTION: The cooling plate holes a vacuum chuck for fixing a wafer, and it is made of ceramics base material whose thermal conductivity is 10 W/K m or higher, thermal expansion factor between 0 and 50° C is $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ or lower, and Young's modulus is 200 GPa, and then it is provided with a vacuum suction route and a coolant route therein.



対応なし、英抄

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-282685
(P2003-282685A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	P 5 F 0 3 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 3 C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-88451 (P2002-88451)

(22) 出願日 平成14年3月27日 (2002.3.27)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 吉富 靖樹

石川県松任市漆島町1142番地 住金セラミックス株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

Fターム (参考) 5F031 CA02 HA02 HA03 HA08 HA13

HA38 MA27 PA11 PA30

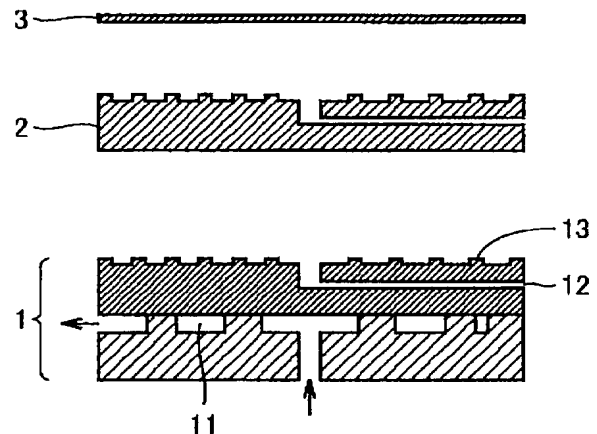
5F046 CC01 CC08 CC20

(54) 【発明の名称】 冷却プレート

(57) 【要約】

【課題】 露光処理時などにおいて、ウェハの温度を一定にして熱歪みを防ぐための排熱性と、高い処理精度を実現するための高剛性および低熱膨張性をいずれも兼ね備えるセラミックス製冷却プレートを提供する。

【解決手段】 本発明の冷却プレートは、ウェハを固定する真空チャックを保持するための冷却プレートであって、熱伝導率が10 W/K・m以上、0℃～50℃間の熱膨張係数が 7×10^{-6} /℃以下、ヤング率が200 GPa以上のセラミックス基材からなり、内部に真空吸引経路および冷却媒体経路が配設されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハを固定する真空チャックを保持するための冷却プレートであって、熱伝導率が $10\text{ W/K}\cdot\text{m}$ 以上、 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、ヤング率が 200 GPa 以上のセラミックス基材からなり、内部に真空吸引経路および冷却媒体経路が配設されている冷却プレート。

【請求項2】 溝加工を施したセラミックス基材を含む複数のセラミックス基材を積層した状態で、各基材同士が金属系接合材層または無機系接合材層を介して接合されることにより、前記溝加工を施したセラミックス基材との接合面に真空吸引経路または冷却媒体経路が配設されている請求項1に記載の冷却プレート。

【請求項3】 前記セラミックス基材は、アルミナ、炭化ケイ素、窒化ケイ素および窒化アルミニウムのうちのいずれか1つを主成分とし、該主成分の含有量が80質量%以上であることを特徴とする請求項1に記載の冷却プレート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造装置に使用される冷却プレートであって、ウェハを固定する真空チャックを保持するための冷却プレートに関する。特に、高熱伝導性、低熱膨張性および高剛性をいずれも兼ね備えるセラミックス製冷却プレートに関する。

【0002】

【従来の技術】LSIなどの高集積化に伴い、回路の超微細化が進められ、その線幅は半導体においては $0.1\text{ }\mu\text{m}$ を切るレベルにまで到達しようとしている。半導体を製造する場合、たとえば、半導体リソグラフィ工程においては、露光装置によりマスクを介してウェハ上にパターンを転写形成しているが、回路の超微細化に対応して高精度なパターンを形成するために、たとえば、ウェハ載置用真空チャックにおいては、特開平11-209171号公報や特開平11-343168号公報に開示されるように $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ における熱膨張係数が $1\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である低熱膨張セラミックス基材を使用することにより、処理中の真空チャックの熱膨張を極力排除することができ、高精度な微細加工を実現することができる。

【0003】また、この真空チャックに高剛性の高熱伝導性材料である炭化ケイ素を使用することにより、処理中に発生するウェハの熱を真空チャックに速やかに逃がすことができ、ウェハの熱膨張を低減することができ、高精度な微細加工が実現可能である。

【0004】さて、これらの真空チャックを固定保持する部材(冷却プレート)は、熱伝導性の良さとコストメリットの点から、鋳鉄などの金属材料を使用し、真空チャックから冷却プレートに熱を逃すことで真空チャックおよびウェハの温度の均一化が図られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、金属製冷却プレートでは、熱膨張係数が極めて高いため、数 $^{\circ}\text{C}$ 程度の温度差が生じて、発生する冷却プレートの歪みが無視できず、冷却プレート上の真空チャックおよびSiウェハの精度が低下する。

【0006】また、真空チャックと冷却プレートとをボルトにより固定すると、固定部のみが接触し、非固定部には浮きが生じるため、冷却プレート上の真空チャックおよびSiウェハの精度が低下する。

【0007】また、冷却プレートより真空チャックの方が高硬度であるため、冷却プレート上の真空チャックの着脱により、冷却プレートが摩耗し精度が低下し、真空チャックおよびSiウェハの精度も低下する。

【0008】本発明の課題は、処理中のウェハの温度を一定にして熱歪みを防ぐための排熱性と、高い処理精度を実現するための高剛性および低熱膨張性をいずれも兼ね備えるセラミックス製冷却プレートを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の冷却プレートは、ウェハを固定する真空チャックを保持するための冷却プレートであって、熱伝導率が $10\text{ W/K}\cdot\text{m}$ 以上、 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、ヤング率が 200 GPa 以上のセラミックス基材からなり、内部に真空吸引経路および冷却媒体経路が配設されていることを特徴とする。

【0010】冷却プレートは、溝加工を施したセラミックス基材を含む複数のセラミックス基材を積層した状態で、各基材同士が金属系接合材層または無機系接合材層を介して接合されることにより、溝加工を施したセラミックス基材との接合面に真空吸引経路または冷却媒体経路が配設されているものが好ましい。また、セラミックス基材は、アルミナ、炭化ケイ素、窒化ケイ素および窒化アルミニウムのうちのいずれか1つを主成分とし、主成分の含有量が80質量%以上であることが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】(冷却プレート)本発明の冷却プレートは、熱伝導率が $10\text{ W/K}\cdot\text{m}$ 以上、 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、ヤング率が 200 GPa 以上のセラミックス基材からなり、内部に真空吸引経路および冷却媒体経路が配設されていることを特徴とする。冷却プレートの材料の特性と構造を特定することにより、半導体製造装置における処理時の温度上昇に対しても冷却プレートの熱膨張を抑え、ウェハの温度を一定に保ち、回路の微細化への対応が可能となる。

【0012】図1に示すように、本発明の冷却プレート1は、ウェハ3を固定する真空チャック2に接合し、真空チャック2を保持する。冷却プレート1の内部には、真空吸引経路12および冷却媒体経路11が配設されて

いる。冷却媒体は、図 1 における矢印に示すように、冷却媒体経路 11 の中を流れる。図 1 に示す例では、冷却プレート 1 の上面には多数の凸部 13 があり、真空チャック 2 を保持し、真空吸引経路 12 を介して真空吸引することにより真空チャック 2 を固定する。

【0013】図 2 (a) に、冷却プレートの平面図を示す。この例では、冷却プレートの上面には多数の凸部 23 が配設されているが、図 2 (b) に示すように、真空吸引経路 22 がおよそ同心円状である態様とすることもできる。本発明の冷却プレートはこれらの態様に限定されるものではない。本発明の冷却プレートは内部に真空吸引経路 22 を有し、真空吸引口 26 を介して、冷却プレートの上に載せる真空チャックを吸引し固定する。従来から行なわれているようにボルトにより締結すると、締結部のみの接触となるため、非締結部に浮きが生じ、露光精度が低下する。本発明では、真空チャックを真空吸引により固定するため、接合面に浮きが生じにくく、冷却プレートの取付け精度が向上し、これに伴い露光精度が向上する。図 1 および図 2 においては、冷却プレートの中央部で真空チャックを吸引保持する態様を例示するが、本発明はかかる態様に限定されるものではない。

【0014】また、図 1 においては、冷却プレートと真空チャックの外径はほぼ同一径となっているが、真空チャックの固定精度を上げるために冷却プレートの外径を大きくし、段を付与し、真空チャックをこの段の中に据え付ける形状としてもよく、また、その逆のはめ込みの形状としてもよい。

【0015】2 枚のセラミックス基材を積層してなる冷却プレートを製造する場合に、下側に積層するセラミックス基材（ベース側）の平面図を図 3 に示す。冷却媒体は、冷却媒体入口 37 から入り、冷却媒体経路 31 を通過して、冷却媒体出口 38 から排出される。本発明の冷却プレートは、内部に冷却媒体経路 31 を有するため、露光処理中に効率的に排熱し、ウェハの温度を一定にし、熱歪みを抑制することができる。したがって、回路の微細化に対応することができる。図 3 の例では、冷却媒体経路 31 はおよそ同心円状をなしているが、他の態様とすることもできる。また、図 1 および図 3 には、冷却媒体が冷却プレートの中央部から注入され、冷却プレートの周縁部から排出する態様が例示されているが、本発明の冷却プレートはこれらの態様に限定されるものではない。

【0016】本発明の冷却プレートは、熱伝導率が $10 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 以上、 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下、ヤング率が 200 GPa 以上のセラミックス基材からなる。かかる特性を有するセラミックス基材からなる冷却プレートは、露光処理に際してウェハの温度を一定にして熱歪みを防ぐための排熱性と、高い処理精度を実現するための高剛性と、低熱膨張性と、をいづれも兼ね備え、総合的に優れている。

【0017】熱伝導率は $10 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 以上であり、 $15 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 以上が好ましく、 $20 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 以上がより好ましい。熱伝導度が $10 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 未満であると、露光処理時の排熱性が不十分になり、ウェハの温度を一定に保つことができず、熱歪みを抑えることが難しくなる。

【0018】 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 間の熱膨張係数は $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下であり、 $6.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下が好ましく、 $6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下がより好ましい。 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ より大きいと、露光処理時に高い精度を必要とする微細回路の製造に十分に対応することができない。

【0019】ヤング率は 200 GPa 以上であり、 250 GPa 以上が好ましく、 300 GPa 以上がより好ましい。たとえば露光装置に使用される真空チャックは、XY 方向にステッピング可能なステージ上に載置され、XY 方向に移動しながら露光処理がなされる。そのため、冷却プレートを構成するセラミックス基材のヤング率が 200 GPa 未満であると、移動時の振動が減衰せず、露光不良が発生しやすい。また、本発明における冷却プレートは内部に冷却媒体を通過させる構造であるため、セラミックス基材のヤング率が 200 GPa 未満であると、媒体通過により発生する振動を抑えることができず、露光不良が発生しやすくなる。

【0020】セラミックス基材の気孔率は、冷却媒体の洩れなどに支障がない範囲であればよく、たとえば 1% 以下が好ましい。

【0021】このような特性を有するセラミックス基材としては、アルミナ、炭化ケイ素、窒化ケイ素および窒化アルミニウムのうちのいずれか 1 つを主成分とし、主成分の含有量が 80 質量%以上であることが好ましい。これらの含有量を 80 質量%以上とすることにより、熱伝導率、ヤング率および熱膨張係数に対して、適切な特性を有する冷却プレートを容易に得ることができる。

【0022】一方、たとえばジルコニア、石英は、熱伝導率が $10 \text{ W/K} \cdot \text{m}$ 未満であり、熱の排出が低いため好ましくはない。また、たとえばセラミックスではジルコニア、フォスファイトなど、金属では鋳鉄、アルミニウム、SUS などは、 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 間の熱膨張係数が $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ より大きく、温度差により発生する熱歪みにより精度悪化が生じるため好ましくはない。さらに、たとえばセラミックスでは石英、金属ではアルミニウムなどは、ヤング率が 200 GPa 未満であり、剛性不足による露光精度の悪化が生じるため、好ましくない。

【0023】本発明の冷却プレートは、複数のセラミックス基材を積層することにより形成することができるが、積層するセラミックス基材は同一種類であっても、また、異なる種類であってもよい。たとえば、真空チャックを吸引する面となるべき面の材質は熱伝導率が高い

材質とし、真空吸引と関係のない面の材質はヤング率が高い材質としてもよい。また、熱膨張係数を変えた材質としてもよい。さらには、体積抵抗率などを変えた材質としてもよい。

【0024】(冷却プレートの製造方法)たとえば、アルミナを主成分とする場合には、純度99～99.99%、粒径0.1～2 μ mのアルミナ粉末に、焼結助剤として粒径1 μ m以下のたとえばMgO粉末やSiO₂粉末などを0～20質量%配合する。配合した原料に、有機バインダを添加し、水を加えた後、ボールミルでスラ

リー化し、スプレードライヤーで造粒(顆粒化)する。得られた顆粒は、金型またはCIP(冷間等方圧プレス成形)により成形し、必要に応じて切削加工を施し、大気雰囲気中で1300～1700℃の温度で焼結し、焼結体を得る。

【0025】また、たとえば、窒化アルミニウムを主成分とする場合には、純度99～99.9%、平均粒径0.4～2 μ mの窒化アルミニウム粉末に、Y₂O₃粉末とCaO粉末とを、それぞれ0～4%、0～3%配合する。配合した原料に、有機バインダを添加し、エタノールを加えてボールミルでスラリー化し、スプレードライヤーで造粒(顆粒化)する。得られた顆粒は、金型またはCIP(冷間等方圧プレス成形)により成形し、必要に応じて切削加工を施し、大気雰囲気中で400～700℃の温度で脱バインダの熱処理をしてから、1700～1900℃の温度で焼結し、焼結体を得る。

【0026】基材の焼結の方法については、たとえば、所定の配合をした原料を所定温度でホットプレス焼成する方法、焼成後にHIP(高温等方圧焼結)を実施してさらに緻密化をはかる方法などがあるが、本発明はこれらの方法に限定されるものではない。

【0027】助剤量は、20質量%未満とすることが好ましい。助剤の量が20質量%以上であると、たとえば、ヤング率、熱伝導率などの特性が不十分になるおそれがあるためである。

【0028】焼結後、接合前に所望の形状に機械加工する。機械加工においては、冷却媒体通過部をたとえば溝形状にして掘り下げたり、真空チャック吸引側の面に吸引用の溝などを掘り下げるなどの加工を施工する。

【0029】本発明の冷却プレートは、溝加工を施したセラミックス基材を含む複数のセラミックス基材を積層し、各基材同士を金属系接合材層または無機系接合材層を介して接合することにより、溝加工を施したセラミックス基材との接合面に真空吸引経路または冷却媒体経路を設ける態様が好ましい。

【0030】真空吸引経路または冷却媒体経路の形成方法としては、接合による方法を取ることなく、真空チャックの外周から2本以上の孔を内部で交差するように形成する方法や、あらかじめ溝加工した基材と溝加工していない基材とを積層し、接合することにより形成する方

法がある。形成する経路の形状や大きさを容易に設計することができる点では、後者の接合方法が好ましい。

【0031】接合することにより真空吸引経路または冷却媒体経路を形成する方法としては、エポキシ樹脂などの樹脂接合材により接合する方法と、ガラスなどの無機系接合材により接合する方法、金属接合材により接合する方法の3種類があるが、樹脂接合材による方法は、樹脂分の経時劣化による接合強度の低下、接合部の剛性低下、熱抵抗の増大などが生じやすいため、無機系接合材による方法や金属接合材による方法が好ましい。

【0032】無機系接合材により接合する方法では、典型的には、無機系接合材としてガラスが使用される。本発明による基材は多岐にわたるが、接合用のガラスと基材の熱膨張差により界面のクラックや剥離を回避するため、それぞれの基材の熱膨張係数に応じたガラスを選択する必要がある。たとえば、セラミックス基材の主成分がアルミナであれば、ホウケイ酸鉛ガラスなどによる接合が望ましい。施工温度は600℃～900℃が好ましい。かかる温度によりガラスの熔融を進行させ、気泡が排除され、接合後の冷却溶媒のモレを避けることができる。また、接合後のガラスの厚さは、接合界面に発生する応力緩和の必要性から、5 μ m～100 μ mが好ましく、5 μ m～50 μ mがより好ましい。

【0033】金属接合方法によるときは、接合材はセラミックス基材の特性に合わせて、たとえば銀を主成分とするロウ材やチタンを主成分とするロウ材、あるいはアルミニウム材などを使用することができる。ロウ材は、たとえば接合強度や使用する冷却溶媒による耐食性などを基準として選択することが好ましい。また、接合後の冷却溶媒のモレは確実に避ける必要があるため、ロウ材は粒状よりも均一な厚みの箔状で使用することが好ましい。ロウ材の厚さは10～50 μ mが好ましく、10～30 μ mとするのがより好ましい。

【0034】金属接合における熱処理は、たとえば処理中の炉内の真空度が10⁻¹Paよりも高真空の環境で実施するのが好ましい。また、処理温度は、たとえばチタンを含有するロウ材であれば700～950℃が好ましい。10⁻¹Paよりも真空度が低いと、接合部の気泡の排除が不十分になったり、接合材の酸化により熔融しなくなるおそれがある。また、処理温度が700℃よりも低いと接合材が熔融せず、一方、950℃よりも高いと、接合材の揮発が盛んになり、接合が不十分になる可能性がある。

【0035】セラミックス基材の接合後、必要に応じて仕上げ加工をし、製品化する。特に、真空チャックとの締結部は真空チャックの精度を確保するため、高精度に仕上げ加工することが好ましい。また、本発明の冷却プレートは、さらに公知の手法により追加改良を加えてもよい。

【0036】

【実施例】焼結後、表1に示す割合となるように、主材および、必要に応じて助剤を配合した後、エタノールを溶媒として使用し、ボールミルで24時間混合した。得られた混合物を乾燥した後、表1に示す温度および雰囲気*

* 気下で焼結し、セラミックス基材を得た。得られたセラミックス基材の物性を表1に示す。

【0037】

【表1】

		セラミックス基材1		セラミックス基材2		セラミックス基材3		セラミックス基材4		セラミックス基材5		セラミックス基材6	
主成分	種類	アルミナ		アルミナ		アルミナ		窒化ケイ素		炭化ケイ素		窒化アルミニウム	
	純度(%)	99.9		99.99		99.5		98		98		99	
	粒径(μm)	0.5		0.4		1		1		0.8		1	
	配合量(%)	99.7		100		80		93		98		95	
助剤	種類	MgO, SiO ₂		—		MgO, SiO ₂		Al ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃		B, C		Y ₂ O ₃ , CaO	
	粒径(μm)	1		—		1		1		1		1	
	配合量(%)	0.2		0.1		3		17		2		5	
		0.4		0.8		3		5		0.4		0.8	
焼結温度(°C)		1650		1600		1500		1800		2200		1850	
焼結雰囲気		大気		大気		大気		ホットプレス		Ar		N ₂	
特性	熱伝導率(W/K·m)	33		33		25		15		130		150	
	熱膨張係数(1/°C)	8.5×10^{-6}		6.7×10^{-6}		6.0×10^{-6}		2.0×10^{-6}		3.3×10^{-6}		3.8×10^{-6}	
	ヤング率(GPa)	380		390		330		310		380		360	

【0038】表1の結果から明らかとなり、本発明のセラミックス基材は、熱伝導率が10W/K·m以上、0°C~50°C間の熱膨張係数が $7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、ヤング率が200GPa以上であった。したがって、このようなセラミックス基材からなる冷却プレートを使用することにより、露光処理時などの温度上昇に対しても十分な排熱性を示し、熱膨張を低く抑えて、高精度のウェハの加工を可能とし、回路の微細化にも十分に対応でき※

※ることがわかった。

【0039】その後、図1~図3に示すように、溝加工などの機械加工をし、表2に示す条件で接合した。接合後、仕上げ加工をし、冷却プレートを得た。得られた冷却プレートに3気圧の水を注入したが、水漏れは起こらなかった。

【0040】

【表2】

		接合条件1	接合条件2	接合条件3	接合条件4
セラミックス基材の材質	真空吸引側	アルミナ	窒化ケイ素	窒化アルミニウム	炭化ケイ素
	ベース側	アルミナ	窒化ケイ素	窒化アルミニウム	炭化ケイ素
接合材の種類		ホウケイ酸鉛ガラス	Ag-Cu-Ti	Ag-Cu-Ti	Ag-Cu-Ti
接合温度(°C)		900	850	850	850
接合雰囲気		大気	真空	真空	真空
接合部の厚さ(μm)		60	20	20	20

【0041】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、露光処理時などにおいて、ウェハの温度を一定にして熱歪みを防ぐための排熱性と、高い処理精度を実現するための高剛性および低熱膨張性をいずれも兼ね備えるセラミックス製冷却プレートを提供することができる。この冷却プレートは、特に、露光装置用真空チャック、ウェハ研磨装置用真空チャックなどの真空チャックを保持する冷却プレートとして有用であり、半導体製造装置や液晶製造装置に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の冷却プレートと、真空チャックと、ウェハと、を積層する前の状態を示す断面図である。

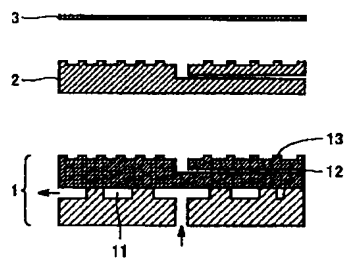
【図2】 冷却プレートの平面図を示し、(a)は、冷却プレートの上面に多数の凸部が配設されている例を示し、(b)は、真空吸引経路がおよそ同心円状である例を示す。

【図3】 2枚のセラミックス基材を積層してなる冷却プレートを製造する場合に、下側に積層するセラミックス基材の平面図を示す。

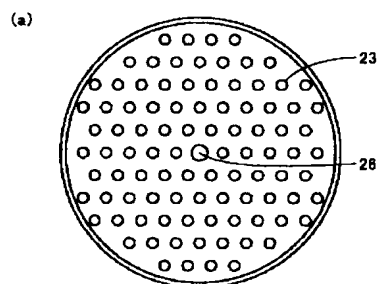
【符号の説明】

1 冷却プレート、2 真空チャック、3 ウェハ、11, 31 冷却媒体経路、12, 22 真空吸引経路、13, 23 凸部、26 真空吸引口、37 冷却媒体入口、38 冷却媒体出口。

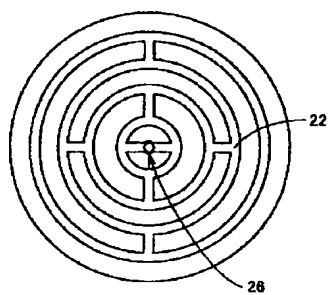
【図1】



【図2】



(a)



(b)

【図3】

